

5. ZASADY PROJEKTOWANIA SKUPISK BUDYNKÓW ENERGOOSZCZĘDNYCH

5.1. Energetyczne aspekty planowania urbanistycznego

Zasady projektowania energooszczędnych budynków nie mogą ograniczać się do zaleceń dotyczących jedynie rozwiązań architektonicznych, materiałowych, konstrukcyjnych oraz instalacyjnych pojedynczego obiektu, rozpatrywanego niejako w oderwaniu od otoczenia. Praktyka wykazuje bowiem istnienie wyraźnej korelacji między charakterystyką topograficzną środowiska a zużyciem energii niezbędnej do utrzymywania pożądanych warunków cieplno-wilgotnościowych. Także obecność, rozmieszczenie i wzajemne proporcje wymiarów budynków wchodzących w skład kompleksowej zabudowy osiedla mogą zdeterminować przyszłą strukturę zapotrzebowania energii na cele bytowe.

Nie ulega wątpliwości, że znaczny wpływ na przyszły model gospodarki energetycznej w miastach i osiedlach mają decyzje podejmowane już w fazie planowania urbanistycznego. Zwraca się więc uwagę na potrzebę integracji i współdziałania specjalistów z różnych dziedzin w trakcie formułowania planów zagospodarowania przestrzennego. Zaleca się opracowywanie wariantowych rozwiązań kompletnej zabudowy mieszkalnej, usługowej i przemysłowej wraz z całą infrastrukturą, a następnie dokonywanie wyboru zgodnego z kryterium minimalnej energochłonności. Aby uzmysłowić wzajemne powiązania między parametrami rzutującymi na zużycie energii cieplnej w trakcie eksploatacji budynków a czynnikami wpływającymi na ukształtowanie warunków środowiska otaczającego budynek, w tabelicy 1 zestawiono hierarchię ich współzależności na kolejnych etapach projektowania [1].

O możliwych do uzyskania korzyściach wynikających z uwzględniania kryteriów energooszczędnego budownictwa w planowaniu urbanistycznym świadczą dane z tabelicy 2, podawane przez różnych autorów zagranicznych i szczegółowo omówione w opracowaniu [2].

5.2. Zasady planowanie zgodnego z klimatem

Właściwy sposób postępowania polega na dokonaniu szczegółowej analizy klimatu oraz założeń urbanistycznych. Analizę prowadzi się przy tym w dwu poziomach:

- 1) ogólnym - dotyczącym charakterystyki mezoklimatu, w oparciu o miarodajne opracowania klimatologiczne informujące o statystycznym przebiegu średnich i ekstremalnych wartości głównych parametrów meteorologicznych, bilansie radiacyjnym i wodnym, strefie klimatycznej regionu oraz warunkach fizjograficznych;

Tablica 1 Hierarchia współzależności między parametrami energetycznymi a czynnikami środowiska otaczającego budynek

| Parametry energetyczne uwzględniane w kolej- nych fazach projektowania | Czynniki środowiska otaczającego budynek | | | | | |
|---|--|------------------|-----------------|---------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| | Mezo- klimat | Rzeźba terenu | Roślin- ność | Topo- grafia miasta | Systemy zasilania w energii | Emisja zanie- czyszczeń |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Plan urbanistyczny: | | | | | | |
| - wkomponowanie w dany obszar | *** | *** | ** | * | 0 | * |
| - grupowanie obiektów, gęstość zabudowy | *** | ** | ** | *** | ** | ** |
| - planowanie terenów rekreacyjnych | ** | ** | *** | ** | 0 | *** |
| Projekt architektoniczny: | | | | | | |
| - forma i orientacja względem stron świata | *** | *** | *** | ** | 0 | ** |
| - zagospodarowanie działki (strefy, wymiary, wykorzystanie) | *** | ** | * | * | 0 | * |
| - kształtowanie elewacji | *** | ** | ** | ** | 0 | ** |
| Projekt budowlany: | | | | | | |
| - ochrona cieplna | *** | ** | * | 0 | 0 | 0 |
| - pojemność cieplna | *** | ** | 0 | 0 | ** | 0 |
| - wykorzystanie słonecznych zysków ciepła | *** | ** | * | ** | ** | 0 |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|--------------------------------------|-----|----|-----|---|-----|----|
| - ochrona przed przegrzaniem w lecie | *** | ** | *** | * | 0 | 0 |
| Projekt instalacyjny: | | | | | | |
| - ogrzewanie, c.w.u. | ** | * | 0 | 0 | *** | - |
| - wentylacja | ** | 0 | * | 0 | * | ** |

Objaśnienia oznaczeń współzależności: * * * - bardzo duża
 * * - duża
 * - istotna w określonych warunkach
 0 - pomijalna

2) szczegółowym - umożliwiającym ocenę wpływu czynników urbanistycznych na mikroklimat planowanego osiedla, przy uwzględnieniu założonego charakteru i struktury zabudowy, prognozy demograficznej, perspektywy rozbudowy oraz uwarunkowań ekonomicznych.

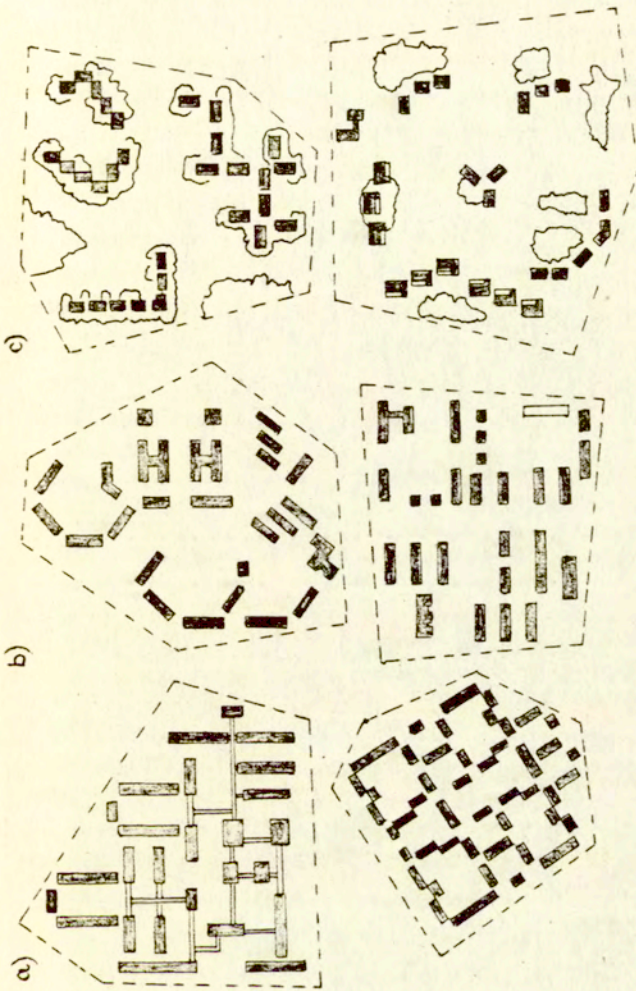
Tak rozumiana zasada "od ogółu do szczegółów" jest powszechnie zalecaną metodą postępowania. Niekiedy jednak, gdy z założeń wynika, że oddziaływanie czynników urbanizacyjnych będzie na tyle silne, aby móc spowodować trwałe zmiany mezoklimatu, należy postępować odwrotnie, eliminując lub osłabiając wpływ niekorzystnych czynników [3]. Wybór właściwej koncepcji urbanistycznej dostosowanej do warunków miejscowego klimatu jest procesem skomplikowanym. Dodatkowe trudności stwarza niekiedy obowiązek przestrzegania sztywnych przepisów i normatywów, a także często mało elastyczny system zunifikowanego budownictwa. Dużą rolę przypisuje się obecnie metodom projektowania systemowego, analizy wariantowej oraz symulacyjnym, uzupełnianym badaniami modelowymi zjawisk, których przebieg i intensywność nie dają się uogólnić (np. powstawanie i zanik wysp ciepła, aeracja terenów gęsto zabudowanych, zasięg rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń). Takie postępowanie, uzupełnione rzetelnym rachunkiem ekonomicznym, winno mieć miejsce przy projektowaniu skupisk energooszczędnych budynków.

Tablica 2 Korzyści energetyczne możliwe do uzyskania przez właściwe planowanie urbanistyczne miast i osiedli

| Środki mające na celu zmniejszenie zużycia energii | Szacunkowa oszczędność energii |
|---|--|
| Usytuowanie osiedla na obszarze dobrze nasłonecznionym i osłoniętym od wiatru | Zmniejszenie zużycia ciepła do ogrzewania o 4-20% zależnie od charakterystyki budynków |
| Lokalizacja osiedla na południowym stoku wzgórza | Zmniejszenie zużycia ciepła do ogrzewania o 4-8% w stosunku do lokalizacji osiedla na równinie. Wzrost temperatury odczuwalnej w pomieszczeniach o 1-5 K |
| Staranna osłona zabudowy od wiatru | Przeszło 20-krotne zmniejszenie strat ciepła powodowanych infiltracją powietrza przez szczelność |
| Zwiększenie gęstości zabudowy i preferowanie budynków wielorodzinnych | Zmniejszenie zapotrzebowania energii cieplnej o około 30%, obniżenie kosztów uzyskania tej energii o 33% |
| Optymalne rozmieszczenie biur, zakładów przemysłowych, obiektów usługowych, handlowych i rekreacyjnych w stosunku do zabudowy mieszkaniowej | Globalny spadek zużycia energii na transport i funkcjonowanie infrastruktury o około 22% |
| wznoszenie osiedli mieszkaniowych złożonych z małych obiektów zamiast skupisk wysokich budynków o rozbudowanej kubaturze | Największe możliwości oszczędzania energii przez dostosowywanie zabudowy do miejscowych warunków klimatycznych, stosowanie tanich, mniej energochłonnych materiałów oraz wykorzystywanie odnawialnych źródeł energii (słońca, wiatru, biomasy) |

Na podstawie charakterystyk opisanych w pracy [2] można sformułować następujące wskazówki i zalecenia dotyczące projektowania osiedli mieszkaniowych zlokalizowanych w różnych strefach klimatycznych:

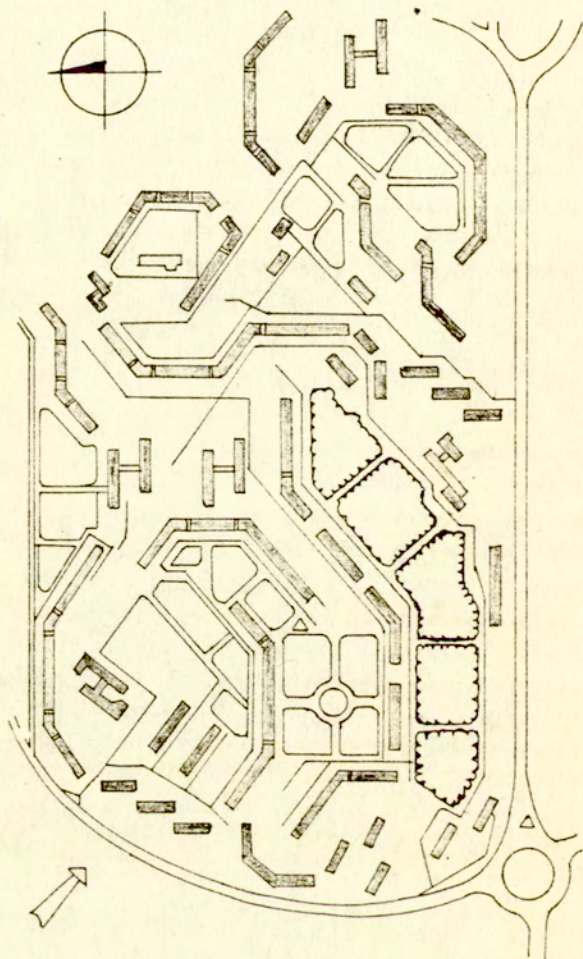
- 1) w regionach, w których permanentnie występują długie, mroźne zimy zaleca się projektowanie możliwie zwartej zabudowy o gęstości rzędu 57-75% (rys.1a). Obiekty handlowe i usługowe winny być lokalizowane w bezpośrednim sąsiedztwie budynków mieszkalnych, a w miarę możliwości nawet z nimi łączone. Długość niezbędnych odkrytych ciągów pieszych nie powinna przekraczać 300 m.



Rys. 1 Przykłady zabudowy osiedlowej dostosowanej do miejscowych warunków klimatycznych
a) osiedla w chłodnym klimacie o długotrwałej zimie
b) osiedla w klimacie umiarkowanym
c) osiedla w klimacie ciepłym

- 2) W takich regionach korzystne jest projektowanie zamkniętych struktur zabudowy celem ochrony od wiatru. Nie powinno się wznosić budynków zbyt wysokich, narażonych na silne oddziaływanie wiatru potęgującego infiltracyjne straty ciepła. Na obszarach o szczególnie dużej wytrzymałości trzeba stosować dodatkowe elementy wiatrochronne oraz dążyć do uzyskiwania takiej charakterystyki aerodynamicznej grup budynków, która zmniejsza lokalne prędkości powietrza o 40-60%.
- 3) Możliwości wykorzystywania roślin w charakterze dodatkowej ochrony cieplnej i osłony wiatrowej są w omawianych warunkach bardzo ograniczone, toteż raczej nie ma potrzeby ich uwzględniania.
- 4) Osiedla powinny być, w miarę możliwości orientowane na południe, aby istniały możliwości wykorzystywania zysków ciepła od nasłonecznienia. Szczególnie zaleca się sytuowanie budynków na południowych stokach wzgórz, które przy małym kącie padania promieni są w zimie najlepiej nasłonecznione. Jednocześnie zwraca się uwagę, aby w ostrych warunkach klimatycznych nie przeceniać pochopnie możliwości wykorzystywania słonecznych zysków ciepła do ogrzewania. Pierwszoplanowe znaczenie w budownictwie energooszczędnym ma tu dobra ochrona cieplna i zwiększona szczelność budynków.
- 5) W regionach o klimacie umiarkowanym zaleca się projektowanie dość zwartej zabudowy, przy czym w ramach jednego osiedla dobrze jest wyodrębnić mniejsze, autonomiczne struktury częściowo zamknięte (rys.1b). Tym sposobem uzyskuje się układy korzystne pod względem aerodynamicznym, a jednocześnie zorientowane tak, aby miał miejsce swobodny dostęp promieniowania słonecznego na całej wysokości odpowiednich elewacji.
- 6) Stopień zamknięcia poszczególnych struktur zabudowy należy dostosowywać do miejscowych warunków wietrzności, przy czym istotną pomocą dla projektantów mogą tu być badania modelowe makiety planowanego osiedla przeprowadzone w tunelu aerodynamicznym lub analiza wyników badań przeprowadzonych w naturalnej skali na już istniejących osiedlach.

- 7) Zaleca się takie rozmieszczanie grup budynków, aby w ich obrębie powstawały wielokrotne dziedzińce o wymiarach równych cztero-, a najwyżej sześciokrotnej wysokości zabudowy. W załamaniach dziedzińców jest rozpraszana energia kinetyczna wiatru oraz następuje tłumienie hałasu. Z tych samych względów celowe jest również projektowanie budynków o krzywoliniowym obrysie rzutu poziomego, a także różnicowanie wysokości sąsiadujących ze sobą obiektów. Przykład rozplanowania osiedla, w którym starano się stworzyć ochronę przed nadmiernym wiatrem, korzystne warunki aeracji dziedzińców oraz południową ekspozycję możliwie dużej liczby budynków mieszkalnych pokazano na rys.2 [3].
- 8) Wysokość budynków w zasadzie powinna wynikać z analizy techniczno-ekonomicznej. Praktyka wykazuje jednak, że pod względem energochłonności korzystna jest raczej zabudowa niska, cztero- lub pięciokondygnacyjna. W budynkach wysokich, sprawiających wiele kłopotów eksploatacyjnych, utrzymanie mikroklimatu na poziomie komfortu jest prawie niemożliwe bez instalowania kosztownych urządzeń ogrzewczo-wentylacyjnych. Również wysuwany czasem argument bardziej jakoby oszczędnego gospodarowania terenem w przypadku wznoszenia wysokich bloków nie wytrzymuje krytyki, ponieważ konieczność zapewnienia właściwej insolacji pomieszczeń zmusza do zachowywania dość dużych odległości między sąsiednimi obiektami. Wydłuża się też znacznie sieć transportująca czynniki energetyczne oraz wodno-kanalizacyjne.
- 9) Na podstawie dotychczasowych doświadczeń można sugerować, aby podstawową strukturą zabudowy osiedli mieszkaniowych w miastach były budynki niskie, zaś tzw. punktowce mogą być stosowane w charakterze akcentów urbanistycznych, ale ich rozmieszczenie winno być starannie przemyślane. W osiedlach peryferyjnych zaleca się projektowanie zwartej, niskiej zabudowy szeregowej.
- 10) Mankamentem wielu struktur zabudowy jest nieunikniona tendencja do powstawania lokalnych stref zwiększonej prędkości powietrza. W miejscach takich można rozmieszczać elementy małej architektury, drzewa i krzewy. W strefach częstego wystę-



Rys. 2 Projekt osiedla uwzględniający ochronę przed północno-zachodnim wiatrem, korzystne warunki aeracji oraz południową ekspozycję budynków mieszkalnych

powania silnego wiatru zaleca się ponadto projektowanie struktur złożonych z budynków o jednakowej wysokości, równo od siebie oddalonych. Zapewnia to korzystną i stabilną charakterystykę dynamiczną, którą można określić eksperymentalnie wspomnianym już sposobem.

- 11) Odrębnym problemem jest planowanie urbanistyczne w regionach górskich, które charakteryzują się występowaniem znacznych kontrastów klimatycznych. W większości przypadków korzystne jest projektowanie zwartych grup budynków niskich, o wysokości nie przekraczających pięciu kondygnacji, tworzących struktury mało podatne na oddziaływanie silnego wiatru. Orientacja obiektów powinna eksponować walory widokowe, ale z jednoczesnym spełnianiem funkcji oszczędzania energii. Zaleca się sytuowanie osiedli na południowych stokach ze względu na szczególnie duże możliwości wykorzystywania słonecznych zysków ciepła i warunki naturalnego oświetlenia wnętrza.
- 12) Rozwiązania urbanistyczne właściwe dla klimatu ciepłego mogą w naszej strefie klimatycznej dotyczyć jedynie niektórych regionów wypoczynkowych. Ograniczają się więc do obiektów użytkowanych tylko w sezonie letnim. Zaleca się tu preferowanie niskiej zabudowy rozproszonej z maksymalnym wykorzystaniem zieleni chroniącej przed bezpośrednim promieniowaniem słonecznym i odświeżającej suche, nagrzane powietrze (rys.1c). W większości przypadków zwalnia to z konieczności wyposażania pomieszczeń w kosztowne i energochłonne urządzenia klimatyzacyjne. Przy projektowaniu większych skupisk budynków korzystne są struktury polegające na wzajemnym przenikaniu wnętrza mieszkalnych z otoczeniem o odpowiednio dobranej kompozycji drzew i krzewów.

5.3. Zasady planowanie osiedli ekologicznych

Głównym celem budownictwa ekologicznego jest utrzymanie naturalnej równowagi w tworzonym przez urbanistów ekosystemie oraz dążenie do zaspokojenia potrzeb bytowych w możliwie największym stopniu w oparciu o naturalne zasoby substancji i energii zawarte w przyrodzie. <http://konic.org.pl> osiedli ekologicznych

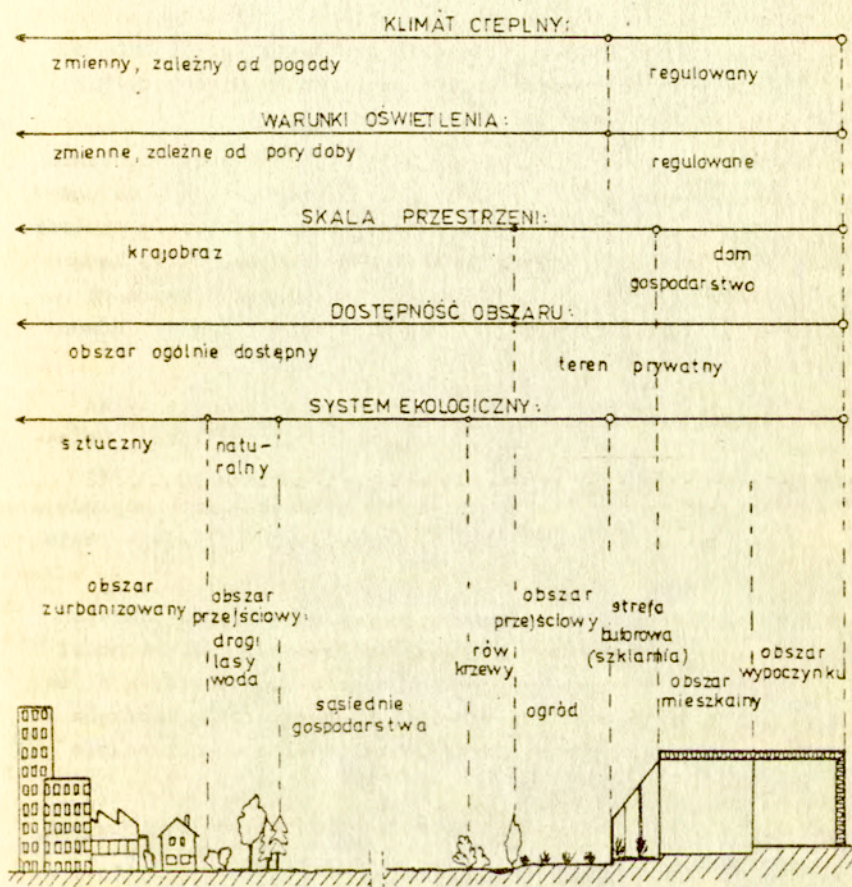
jest więc ściśle związana z budownictwem energooszczędnym, gdyż wyżej sformułowany cel może być zrealizowany, między innymi, przez:

- a) przemyślaną koncepcję opłacalnego wykorzystywania dostępnych odnawialnych źródeł energii;
- b) dążenie do energetycznej autonomii gospodarstw domowych przez oszczędną gospodarkę naturalnymi zasobami, wykorzystywanie odpadów i odzyskiwanie energii;
- c) stworzenie harmonii między wznoszonymi budynkami a otoczeniem.

Gospodarstwa ekologiczne nie mogą być droższe od konwencjonalnych. Przy projektowaniu domów z góry zakłada się wykorzystanie do ich budowy tanich, dostępnych na miejscu i zdrowych materiałów. Instalowane zaś urządzenia wykorzystujące lub przetwarzające energię czerpaną z odnawialnych źródeł, a także odzyskiwaną z niektórych procesów, muszą być proste i przynoszące użytkownikom widoczne oszczędności. Słyszysy się opinię, iż ekologiczny kierunek w urbanistyce, architekturze i budownictwie stanowi już dzisiaj konieczność, a nie alternatywę, jeśli chce się zahamować daleko posuniętą degradację środowiska i opanować krytyczną sytuację w energetyce [4].

Korzystając z opracowań [5,6,7], można sformułować poniższe zalecenia ułatwiające projektowanie osiedli ekologicznych:

1. Lokalizację osiedla, strukturę i gęstość zabudowy trzeba w pierwszym rzędzie przystosować do miejscowego klimatu, zgodnie ze wskazówkami podanymi w poprzednim punkcie niniejszego opracowania.
2. Oprócz aspektu oddziaływania zmian poszczególnych parametrów klimatycznych należy również przestrzegać określonej hierarchii tolerancji wymagań bioklimatycznych mieszkańców. Tolerancja ta rośnie w kierunku od miejsca wypoczynku poprzez strefy przejściowe aż do obszaru otwartego. Odpowiednio trzeba więc określać granice zakresu i ostrości wymagań. Hierarchią głównych czynników bioklimatycznych, zgodną z wymaganiami człowieka, wyjaśnia rys.3.
3. Lokalizacja osiedla winna zapewnić dobre warunki insolacyjne, zarówno ze względów bioklimatycznych, jak też z uwagi na wy-



Rys.3. Hierarchia głównych czynników bioklimatycznych zgodna z wymaganiami człowieka

korzystywanie energii promieniowania słonecznego do celów grzewczych. Poszczególne budynki trzeba więc rozmieszczać tak, aby:

- zapewnić dostęp promieni słonecznych do wszystkich obiektów mieszkalnych, szczególnie w chłodnej porze roku;
- uniemożliwić powstawanie silnych prądów cyrkulacyjnych powietrza wychładzających budynki i z reguły niweczących korzystny efekt nasłonecznienia elewacji.

4. Osiedla ekologiczne z założenia mają być skupiskami budynków mieszkalnych, obiektów rekreacyjnych i niezbędnych - usługowych. Nie wyklucza się jednak przewidywania w bliskim sąsiedztwie także miejsc pracy dla części mieszkańców, o ile będą to zakłady, których funkcjonowanie nie wpłynie ujemnie na warunki bioklimatyczne i w żadnym stopniu nie zakłóci równowagi ekologicznej.
5. Wewnątrz osiedla powinno się projektować w zasadzie tylko ciągi piesze i rzeczywiście niezbędne drogi dojazdowe. Obiekty użyteczności publicznej, handlowe oraz usługowe należy rozmieszczać na peryferiach i wzdłuż głównych ulic, aby dodatkowo stanowiły barierę dla niekorzystnych wpływów klimatu na obszar mieszkalny.
6. Wielkość osiedla oraz liczba odrębnych gospodarstw domowych nie mogą być przypadkowe i żywiołowo rosnące. W grę wchodzi tu jedynie małe, dostatecznie rozproszone gospodarstwa o jak największej autonomii surowcowej i energetycznej, tworzące spójny system równowagi opartej o racjonalne wykorzystanie naturalnych zasobów.
7. Korzystne jest, gdy gęstość zabudowy mieszkalnej zawiera się w granicach 4-6 budynków na 1000 m² powierzchni terenu.
8. Zaleca się następujące sytuowanie roślin wokół budynków energooszczędnych przystosowanych do wykorzystywania energii promieniowania słonecznego przy ogrzewaniu i przygotowaniu ciepłej wody:
 - a) od strony południowej - tylko rośliny tracące liście na zimę (niskie szpalery krzewów, uprawy warzyw);
 - b) od strony zachodniej - rośliny tworzące ekrany ochronne

od wiatru i opadów atmosferycznych (drzewa i wysokie krzewy, rośliny czepne);

- c) od strony wschodniej - zależnie od miejscowych warunków klimatycznych: albo jak od południa, albo jak od zachodu;
- d) od strony północnej - rośliny tworzące dodatkową izolację cieplną, ochronę przed wiatrem i opadami śniegu (drzewa iglaste, wysokie szpalery gęstych krzewów, rośliny czepne).

9. Wyraźnie trzeba podkreślić, że efektywne korzystanie z odnawialnych źródeł energii jest możliwe tylko przy stosunkowo małym jej zapotrzebowaniu. Zatem rozwiązania urbanistyczne, architektoniczne i budowlane domów ekologicznych winny być starannie przemyślane, spełniać kryteria energooszczędnego budownictwa, a w szczególności charakteryzować się jak najlepszą ochroną cieplną.

5.4. Kształtowanie charakterystyki aerodynamicznej w różnych strukturach zabudowy

Prawidłowe kształtowanie pola prędkości na obszarach zabudowanych polega zarówno na eliminowaniu lokalnych stref dużej prędkości średniej i znacznego jej gradientu, jak też na stworzeniu warunków pożądanej aeracji osiedla. Z jednej strony chodzi bowiem o zapobieganie ujemnym skutkom oddziaływania wiatru na budynki i ograniczanie stopnia ich wychładzania, a z drugiej o ukształtowanie korzystnych warunków bioklimatycznych.

Na charakterystykę aerodynamiczną wywiera wpływ szereg czynników, na które mają wpływ projektanci osiedli.

Do czynników tych należą:

- gęstość zabudowy determinująca równomierność przepływu powietrza oraz wyznaczająca wielkość i zasięg zniekształceń pola prędkości w stosunku do przepływu swobodnego;
- pionowa struktura zabudowy przesądzająca o rozkładzie i wysokości chropowatości warstwy tarciowej;
- stopień zamknięcia terenu przez budynki rozmieszczone w pasie zewnętrznym;
- wzajemne usytuowanie budynków wyznaczające charakterystyczne struktury zabudowy.

Przy projektowaniu większych kompleksów urbanistycznych zaleca się przeprowadzanie badań modelowych różnych wariantów zabudowy w tunelu aerodynamicznym i na podstawie analizy wyników - dokonanie wyboru wariantu najkorzystniejszego. Jak dotychczas jest to najbardziej obiektywna droga do prawidłowego rozmieszczenia budynków, placów i ciągów komunikacyjnych [8]. W przypadku prostych struktur powtarzalnych, przy braku możliwości przeprowadzenia zalecanych badań, orientacyjne dane można uzyskać ze specjalistycznej literatury. Niektóre z nich zostaną podane poniżej.

Do najprostszej oceny warunków wietrzności w terenie zabudowanym wystarcza na ogół znajomość:

- a) średniej prędkości powietrza w obrębie danej struktury (w_i) w stosunku do prędkości panującej poza obszarem zabudowanym (w_o);
- b) wielkości i rozmieszczenia stref zmniejszonej i podwyższonej wietrzności w stosunku do prędkości średniej.

W tabelicy 3 podano klasyfikację stref wietrzności oraz odpowiadające im wartości parametru w_i/w_o [9].

Tabela 3. Klasyfikacja stref wietrzności na obszarach zabudowanych

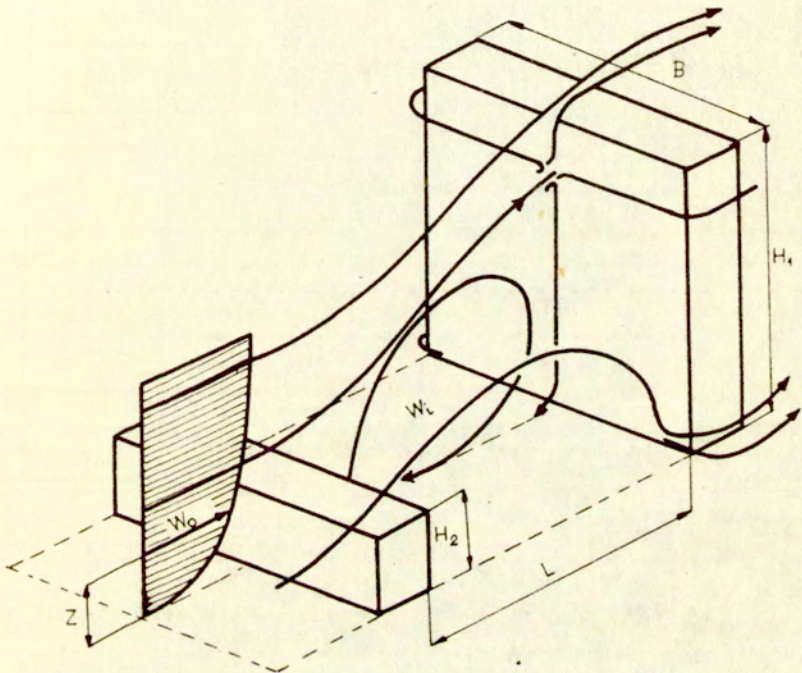
| w_i/w_o | | Strefa wietrzności |
|--------------------|---------|---------------------------------|
| wartości graniczne | średnie | |
| 0 - 0,4 | 0,2 | strefa bardzo małej wietrzności |
| 0,4 - 0,8 | 0,6 | strefa małej wietrzności |
| 0,8 - 1,2 | 1,0 | strefa normalnej wietrzności |
| 1,2 - 1,6 | 1,4 | strefa dużej wietrzności |
| 1,6 - 2,0 | 1,8 | strefa bardzo dużej wietrzności |

Dla najprostszej struktury zabudowy, tj. obszaru ograniczonego sąsiadującymi budynkami, pole prędkości można określić ze wzoru:

$$\frac{w_i}{w_o} = \left(\frac{H_1}{Z}\right)^{0,28} \left(\frac{L}{H_1}\right)^{0,40} \left(\frac{B}{H_1}\right)^{0,40} \left(\frac{H_1}{H_2}\right)^{0,80}$$

przy czym poszczególne oznaczenia objaśnia rys.4.

Na rys.5 pokazano rozkłady stref zmniejszonej i zwiększonej prędkości powietrza wokół budynków zgrupowanych w różne struktury urbanistyczne. W uzupełnieniu, w tabelicy 4, dla każdego schematu podano wartości parametrów charakterystyki aerodynamicznej. Dane zaczerpnięto z pracy [8],



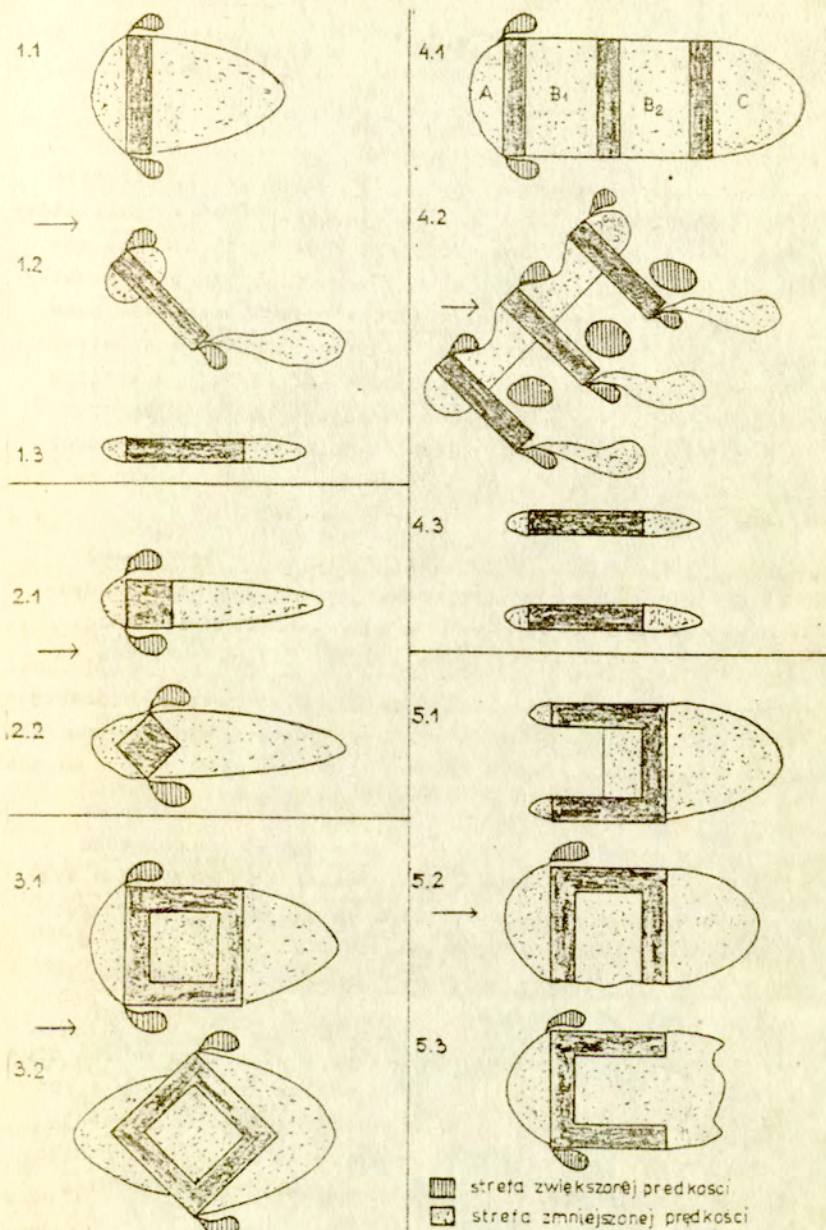
Rys.4. Charakterystyka aerodynamiczna przestrzeni między dwoma sąsiednimi budynkami

Tablica 4. Parametry charakterystyki aerodynamicznej prostych struktur zabudowy przedstawionych na rys.5

| Numer schem. | Strefa zmniejszonej prędkości | | | | Strefa zwiększonej prędkości | |
|--------------|-------------------------------|------------------|--------------------------------|--|--------------------------------|--------------------------------|
| | obszar | L/H _D | A _S /A _D | w _i /w ₀ | A _S /A _D | w _i /w ₀ |
| 1.1 | | | 7,9 | 0,51 | 0,20 | 1,20 |
| 1.2 | | | 24,0 | 0,64 | 3,75 | 1,20 |
| 1.3 | | | 2,4 | 0,63 | - | - |
| 2.1 | | | 10,9 | 0,46 | 5,60 | 1,20 |
| 2.2 | | | 18,0 | 0,48 | 4,50 | 1,10 |
| 3.1 | | | 12,5 | 0,35 | 0,32 | 1,10 |
| 3.2 | | | 13,6 | 0,30 | 0,36 | 1,20 |
| 4.1 | A | | 5,1 | 0,61 | 0,18 | 1,15 |
| | | | | B ₁ B _j B ₂ | | |
| | B | 1,5 | 1,9 | 0,25 0,30 0,35 | | |
| | | 2,0 | 2,5 | 0,23 0,30 0,57 | | |
| | | 2,5 | 3,1 | 0,30 0,30 0,43 | | |
| | | 3,0 | 3,3 | 0,36 0,20 0,29 | | |
| 4.2 | C | | 5,7 | 0,40 | 3,75 | 1,20 |
| 4.3 | | | 24,0 | 0,64 | | |
| | | | 2,4 | 0,63 | | |
| 5.1 | | | 8,7 | 0,50 | - | - |
| 5.2 | | | 12,5 | 0,35 | 0,32 | 1,10 |
| 5.3 | | | 11,0 | 0,50 | 0,18 | 1,10 |

Objaśnienia oznaczeń:

- odstęp między budynkami, m
 - wysokość budynków, m
 - powierzchnia strefy, m²
 - powierzchnia zabudowy, m²
 - średnia prędkość powietrza wewnątrz strefy, m/s
 - średnia prędkość wiatru poza strefą zabudowy, m/s
- A - obszar przed pierwszym budynkiem, (po stronie nawietrznej)
 - B₁ - obszar między pierwszym i drugim budynkiem
 - B₂ - obszar między przedostatnim i ostatnim budynkiem
 - B_j - obszar między pośrednimi budynkami
 - C - obszar za ostatnim budynkiem (po stronie zawietrznej)



Rys.5. Rozkład stref zmniejszonej i zwiększonej prędkości powietrza wokół budynków zgrupowanych w różne struktury urbanistyczne

Przy projektowaniu osiedli mieszkaniowych, szczególnie w dużych miastach, zaleca się uwzględnienie poniższych spostrzeżeń, wynikających z badań i obserwacji dokonywanych przez różnych autorów:

1. Przy pokonywaniu przeszkód, jakie stanowią budynki, strumień powietrza wywołany wiatrem traci część pierwotnej energii kinetycznej. W miejscach osłoniętych, szczególnie po stronie zawietrznej, występują strefy "cienia aerodynamicznego", w obrębie których obserwuje się mniej lub bardziej intensywny ruch cyrkulacyjny. W tych strefach są łagodzone skutki oddziaływania silnego wiatru, takie jak wzmożona infiltracja powietrza do pomieszczeń, przenikanie wody deszczowej przez nie szczelności złączy i stolarki itp. Jednocześnie są to strefy pogorszonych warunków higienicznych na skutek cyrkulacji zanieczyszczonego powietrza.
2. W obszarach zwiększonej prędkości, w których mogą również powstawać intensywne ruchy cyrkulacyjne, panują warunki dyskomfortu cieplnego (uczucie przeciągu), unoszone są tumany kurzu oraz wzrastają straty ciepła przez ściany budynków.
3. Silny, burzliwy ruch powietrza z reguły występuje w bezpośrednim sąsiedztwie wysokich budynków usytuowanych samotnie na rozległych placach.
4. Z zamkniętych dziedzińców, placów i pierścieni utworzonych przez zwartą zabudowę o wysokości do około 12 m powietrze jest wysysane na najbliższe ulice. Natomiast w przypadku wyższych budynków w obrębie pierścieni ma miejsce wzmożony ruch cyrkulacyjny z tendencją do powstawania martwych stref, w których zalega powietrze o wyższej temperaturze, ale zanieczyszczone.
5. Znaczna prędkość charakteryzuje przepływ powietrza wzdłuż długich i szerokich ulic, gdy kierunek wiatru jest zgodny z ich przebiegiem. Czarne powierzchnie asfaltowe łatwo nagrzewają się pod działaniem promieni słonecznych, a zakumulowane ciepło oddają strumieniowi przepływającego powietrza podnosząc jego temperaturę.
6. Na ulicach krótkich i wąskich rozkład prędkości powietrza

jest podobny, jak w grupie budynków.

7. Jeśli na całym obwodzie osiedla powstanie pierścień wysokiej, gęstej zabudowy, to wewnątrz takiej struktury wystąpi osłabienie aeracji, a tym samym lepsze warunki cieplne, ale pogorszone - higienicznie.
8. Z punktu widzenia warunków wietrzności korzystniejsze jest, aby w skład projektowanej struktury urbanistycznej wchodziła raczej większa liczba osobnych budynków niż jeden lub kilka rozległych obiektów o dużej powierzchni zabudowy.
9. Zaleca się projektowanie budynków o jednakowej wysokości, tworzących makrostrukturę chropowatości osłabiającej stopień burzliwości strumienia powietrza i wpływającej na spadek jego prędkości.

5.5. Kształtowanie warunków termicznych na obszarach zabudowanych w miastach

W wyniku intensywnej działalności człowieka, bilans energii cieplnej na terenach zurbanizowanych różni się zasadniczo od bilansu naturalnego, wynikającego z położenia geograficznego i strefy klimatycznej rozpatrywanej miejscowości. Różnice są tym większe, im wyższy jest stopień urbanizacji i tym samym - widoczne są szczególnie w dużych miastach. Do czynników kształtujących bilans cieplny w ośrodkach miejskich zalicza się przede wszystkim:

- własności radiacyjno-optyczne powierzchni budynków, placów i ulic sprzyjające pochłanianiu promieniowania słonecznego;
- dużą pojemność cieplną zabudowy powodującą akumulowanie słonecznych zysków ciepła w dzień i oddawanie ich do atmosfery w nocy;
- emisję ciepła odpadowego z procesów przemysłowych oraz rozpraszania ciepła traconego z ogrzewanych budynków.

Wpływ poszczególnych czynników jest różny i zależy od wielkości miasta, koncepcji urbanistycznej, gęstości zabudowy oraz rodzaju zastosowanych materiałów budowlanych. Niestety, obecny stan wiedzy w tym zakresie nie pozwala jeszcze na sformułowanie konkretnych zasad projektowania osiedli pod kątem kształtowania w nich z góry założonych warunków termicznych. W literaturze

opisywane są wprawdzie pewne modele obliczania pola temperatury wokół budynków oraz określania warunków insolacyjnych, jednak dotyczą one szczególnych przypadków i nie mogą być uogólniane [2].

Zasygnalizowanie powyższego problemu w niniejszym opracowaniu ma jedynie na celu uświadomienie faktu, iż decyzja co do koncepcji urbanistycznej nie pozostaje bez wpływu na późniejsze warunki termiczne. Trzeba o tym pamiętać szczególnie wtedy, gdy chodzi o projektowanie większych skupisk budynków określanych mianem energooszczędnych.

Piśmiennictwo

1. Epinatjeff P., Weidlich B., Rationelle Energieverwendung im Hochbau, Springer Verlag, Berlin 1986
2. Laskowski L., Wybrane zagadnienia fizyki miasta, COiB, Warszawa 1987
3. Lickiewicz W.K., Ziliszcze i klimat, Strojizdat, Moskwa 1984
4. Geissler G., Budownictwo dla człowieka - pięć zasad, Architektura nr 4/1983
5. Krusche P., Althaus D., Gabriel J., Ökologisches Bauen. Bauverlag, Wiesbaden 1982
6. Blum A., Trykowski M., Wente E., Energetisches Bauen. Bau-und Wohnforschung Nr 04.086/1986
7. Jerkbrant C., Johansson K., Ecological Systems and Physical Planning, SCBR, Document D20:1983
8. Retter E.J., Architekturno-stritel'naja aerodinamika, Strojizdat, Moskwa 1984
9. Aliev F.G., Mikroklimat sportivnych sooruzenij, Strojizdat, Moskwa 1986
10. Wise A.F.E., Wind effects due to groups of buildings, BRS Current Papers No 23/1970